

## 燃料電池用圧力調整装置

## 発明の背景

## 発明の分野：

- 5      本発明は、燃料電池のカソードから排出される酸化剤の排出量を制御することにより、前記カソードに供給される酸化剤の流量ないし圧力を調整する燃料電池用圧力調整装置に関する。

## 関連する技術の記述：

- 10      固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルが複数個積層されたスタックを備えている。このようなスタックにおいては、前記セルの各アノードに燃料として水素が供給される一方、各カソードに酸化剤としてエアーが供給される。そして、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソード
- 15      まで移動して、カソードで電気化学反応を起こして発電するようになっている。

- このスタックを含む燃料電池システムは、例えば、カソード側にエアーを供給するためのエアーコンプレッサ等を備え、さらに、このエアーの圧力を信号圧として、該エアーの圧力に応じた圧力でアノード側に水素を供給する圧力制御弁を備え、燃料電池のカソード側に対するアノード側の反応ガスの圧力を所定圧に調
- 20      圧して所定の発電効率を確保するとともに、燃料電池に供給される反応ガスの流量を制御することで所定の出力が得られるように設定されている。

- このような固体高分子膜型燃料電池においては、固体高分子電解質膜に加わる圧力や、アノードとカソードとの差圧を調整するために、エアーの供給流量ないし圧力が調整される。具体的には、未反応の酸化剤ガスと、発電に伴って生成した $H_2O$ とをカソードから排気するための排気ラインに圧力調整弁を設け、カソード内の圧力を調整するようにしている（特開2001-176526号公報および特開2002-313382号公報参照）。
- 25

上記した圧力調整弁としては、一般的に、バタフライ弁が採用される。この場合、弁体を開閉する制御モータが通電されていないときには、弁体がスプリング



図 1 は、本実施の形態に係る燃料電池用圧力調整装置が組み込まれた燃料電池システムの構成ブロック図である。

図 2 は、本実施の形態に係る燃料電池用圧力調整装置の要部概略断面構成図である。

5 図 3 は、図 2 に示す燃料電池用圧力調整装置の要部構成図である。

### 好ましい実施の形態例の記述

図 1 に、本実施の形態に係る燃料電池用圧力調整装置が組み込まれた燃料電池システム 200 を示す。なお、この燃料電池システム 200 は、例えば、自動車  
10 等の車両に搭載される。

燃料電池システム 200 は、例えば、高分子を素材としたイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込むことによって形成されたセルが複数個積層されることによって設けられた燃料電池スタック 202 を含む。

15 前記セルの各カソードには、酸化剤として酸素を含むエアーが供給され、一方、各アノードには、燃料として水素が供給される。すなわち、カソード側には、酸化剤供給部 204 からエアーが供給されるエアー供給口 206 と、該カソード内のエアーを外部に排出するためのエアー排出部 208 が接続されたエアー排出口 210 が設けられる。その一方で、アノード側には、燃料供給部 212 から  
20 水素が供給される水素供給口 214 と、水素排出部 216 が接続された水素排出口 218 とが設けられる。

エアー供給口 206 に接続されたエアー供給用通路 219 においては、前記酸化剤供給部 204 と、放熱部 220 と、カソード加湿部 222 とが上流側からこの順序で介装されている。

25 酸化剤供給部 204 は、例えば、図示しないスーパーチャージャ（圧縮機）およびこれを駆動するモータ等から構成され、燃料電池スタック 202 で酸化剤ガスとして使用される酸素を含有するエアーを断熱圧縮して圧送する。この断熱圧縮の際にエアーが加熱される。このように加熱された圧縮エアーが、燃料電池スタック 202 の暖機に貢献する。

放熱部 220 は、例えば、図示しないインタークーラ等から構成される。酸化剤供給部 204 から供給されたエアは、該放熱部 220 に設けられた流路に沿って流通する冷却水と熱交換することによって冷却される。すなわち、エアは、所定温度に冷却された後、カソード加湿部 222 に導入される。

- 5      カソード加湿部 222 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、該水透過膜の一端面から他端面に水分を透過させることにより、放熱部 220 によって所定の温度に冷却されたエアを所定の湿度に加湿して燃料電池スタック 202 のエア供給口 206 へと供給する。加湿されたエアは燃料電池スタック 202 に供給され、これに伴って該燃料電池スタック 202 の固体高分子電解質膜に水分が  
10    付与されることによって、該膜のイオン伝導度が一定値以上に確保される。

- そして、上記したように、燃料電池スタック 202 のエア排出口 210 にはエア排出部 208 が接続される。このエア排出部 208 には、図 2 に示す本実施の形態に係る燃料電池用圧力調整装置 221 が配設されている。大気中に排気されるエアの排出量がこの燃料電池用圧力調整装置 221 によって調整され  
15    ることに伴い、燃料電池スタック 202（図 1 参照）のカソードに供給されるエアの圧力が制御される。

- 一方、前記水素供給口 214 に接続された水素供給通路 223 には、前記燃料供給部 212 と、圧力制御部 224 と、エゼクタ 226 と、アノード加湿部 228 とが上流側からこの順序で介装されている。また、水素排出口 218 には、循環用通路 230 を介して水素排出部 216 が接続される。  
20

燃料供給部 212 は、例えば、燃料電池に対する燃料として水素を供給する図示しない水素ガスポンベからなり、燃料電池スタック 202 のアノード側に供給される水素が貯蔵される。

圧力制御部 224 は、例えば、空気式の比例圧力制御弁からなる。

- 25      ここで、この圧力制御部 224 には、圧力制御用バイパス通路 232 を介してエアが供給される。すなわち、前記酸化剤供給部 204 から供給されるエアは、例えば、燃料電池スタック 202 の負荷や図示しないアクセルペダルの操作量等に応じて所定の圧力に設定されて燃料電池スタック 202 に導入される。これに伴い、水素の圧力を調整する必要が生じる。このため、圧力制御用バイパス

通路 2 3 2 からのエアーの圧力をパイロット圧（信号圧）として、圧力制御部 2 2 4 の出口側圧力である二次側圧力を前記パイロット圧に対応した所定範囲の圧力に設定している。

5      なお、図 1 から諒解されるように、圧力制御部 2 2 4 には、放熱部 2 2 0 によって冷却されたエアーが供給される。

10      エゼクタ 2 2 6 は、図示しないノズル部とディフューザ部とから構成され、圧力制御部 2 2 4 から供給された水素は、ノズル部を通過する際に加速されてディフューザ部に向かって噴射される。ノズル部からディフューザ部に向かって水素が高速で流通する際、ノズル部とディフューザ部との間に設けられた副流室内で  
10      負圧が発生し、循環用通路 2 3 0 を介してアノード側の排出水素が吸引される。エゼクタ 2 2 6 で混合された水素および排出水素はアノード加湿部 2 2 8 へと供給され、燃料電池スタック 2 0 2 から排出された排出水素は、エゼクタ 2 2 6 を介して循環するように設けられている。

15      このように、燃料電池スタック 2 0 2 の水素排出口 2 1 8 から排出された未反応の排出水素は、循環用通路 2 3 0 を介してエゼクタ 2 2 6 に導入され、圧力制御部 2 2 4 から供給された水素と、燃料電池スタック 2 0 2 から排出された排出水素とが混合されて燃料電池スタック 2 0 2 に再び供給されるように設けられている。

20      アノード加湿部 2 2 8 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、該水透過膜の一端面から他端面に水分を透過させることにより、エゼクタ 2 2 6 から導出された燃料を所定の湿度に加湿して燃料電池スタック 2 0 2 の水素供給口 2 1 4 へと供給している。すなわち、水素もエアー同様に加湿された状態で燃料電池スタック 2 0 2 に供給され、これにより、前記固体高分子電解質膜のイオン伝導度が一定値以上に確保される。

25      水素排出口 2 1 8 には、例えば、図示しない排出制御弁を有する水素排出部 2 1 6 が循環用通路 2 3 0 を介して接続される。前記排出制御弁は、燃料電池スタック 2 0 2 の運転状態に応じて開閉動作が制御され、例えば、図示しない貯留タンクによって分離された排出ガス中の過剰な水分（主に液体水）等が車両外部に排出される。

このように構成された燃料電池スタック 202 では、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動し、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するように設定されている。

次に、図 2 および図 3 に基づき、エアー排出部 208 を構成する燃料電池用圧力調整装置 221 を詳細に説明する。

燃料電池用圧力調整装置 221 は、カソードのエアー排出口 210 に連通する通路 225（開口部）が形成されたボディ 250 と、シール部材 252 および連結板 254 を介してボルト 255 によりボディ 250 に装着されるモータハウジング 256 とを備える。

モータハウジング 256 には、駆動源であるステッピングモータ 258 が収容される。ステッピングモータ 258 は、ロータ 260 とステータ 262 とから構成されており、このうち、ロータ 260 の中心には、駆動軸 264 が配設される。該駆動軸 264 の一端部は、ベアリング 266 a を介してモータハウジング 256 に軸支され、かつ他端部はベアリング 266 b を介して連結板 254 に軸支される。

なお、駆動源としては、前記ステッピングモータ 258 に限定されるものではなく、使用環境や雰囲気等を考慮してブラシレスの DC / AC モータを用いるとよい。

駆動軸 264 の他端部は、連結板 254 を貫通してボディ 250 内に臨入し、その先端には、駆動板 268 が装着される。この駆動板 268 は、図 3 に示すように、一部が通路 225 側に起立し、後述する連結スプリング 306 の端部を係止する係止溝 269 が形成された係止部 270 を有する。また、駆動板 268 には、通路 225 側に突出し、後述する弁体を全開位置に位置決めするための位置決め部 272 が設けられる。一方、ボディ 250 の所定部位には、位置決め部 272 が当接することで、弁体を全開位置に位置決めするストッパピン 274 が配設される。

図 2 および図 3 に示すように、ボディ 250 の通路 225 には、回転軸としてのバルブシャフト 276 に連結部材としてのボルト 277 a、277 b にて固定され、通路 225 の開度を制御する弁体 278 が配設される。バルブシャフト 2

76の各端部は、ベアリング280a、280bおよびシール部材282a、282bを介してボディ250に軸支される（図2参照）。この場合、バルブシャフト276、ボルト277a、277b、弁体278、および、ベアリング280a、280bは、全てステンレス鋼からなる。

- 5     なお、ベアリング280a、280bは、カラー281a、281bによって保持される。また、シール部材282a、282bは、通路225から離間する方向に傾斜した状態でバルブシャフト276を周回する第1リップ部284aと、通路225側に傾斜した状態でバルブシャフト276を周回する第2リップ部284bとを有する。これらの第1リップ部284aおよび第2リップ部284b  
10    により、通路225からボディ250側へのガス漏れ、およびボディ250側から通路225への不純物、例えば、ベアリング280a、280bの潤滑グリース等の侵入を確実に阻止することができる。

- ベアリング280a側のバルブシャフト276の端部に近接して、弁体278の通路225に対する開度を検出する開度センサ286が配設される。開度センサ286は、例えば、バルブシャフト276の端部に埋め込まれたマグネットからの磁界を検出することで、バルブシャフト276の回転位置を検出するホール素子によって構成することができる。

- 一方、バルブシャフト276のベアリング280b側の端部には、カラー288を介して受け部材290が固定される。バルブシャフト276を支持するボス部292の外周部には、弁体278を全開状態に付勢するための全開スプリング294（弾性部材）が配設される。この場合、図2に示すように、全開スプリング294の一端部がボディ250の段部296に係合し、かつ他端部が受け部材290に形成した孔部298に係合することによって、ボディ250と受け部材290とが連結されている。換言すれば、ボディ250と受け部材290とは、  
25    全開スプリング294を介して連結されている。

また、受け部材290には、被動板300が固定される。この被動板300には、中央部に周回する溝部302が形成されており、該溝部302には、受け部材290の端面に設けられた突起部303が挿入されている。

さらに、被動板300の溝部302には、受け部材304が固定される。この

受け部材 304 の側周壁には、バルブシャフト 276 とステッピングモータ 258 の駆動軸 264 とを連結する連結スプリング 306 が巻回される。この場合、連結スプリング 306 は、一端部が被動板 300 の突起部 303 に係合し、他端部が駆動板 268 の係止部 270 に形成した係止溝 269 に係合する。

- 5      これにより、被動板 300 に設けられた係合部 300a が位置決め部 272 の裏面に当接係合するようになっている。

本実施の形態に係る燃料電池用圧力調整装置 221 は、基本的には以上のように構成されるものであり、次に、その動作について説明する。

- 10      燃料電池スタック 202 が発電していない休止状態にあるとき、燃料電池用圧力調整装置 221 の弁体 278 は、通路 225 を介してエアー排出口 210 を排気ラインに連通する全開状態に設定されている（図 2 参照）。

燃料電池スタック 202 による発電を開始する際、カソードに対して圧力の高いエアーを供給して発電反応を促進させるため、弁体 278 を一旦全閉状態とし、通路 225 を遮断する。

- 15      この際にはステッピングモータ 258 が付勢され、これに伴って、駆動軸 264 が弁閉方向に回動される。このとき、駆動軸 264 に固定されている駆動板 268 が回動するとともに被動板 300 が回動する。被動板 300 は、バルブシャフト 276 に固定されているため、バルブシャフト 276 が図 2 の状態から 90° 回動することで弁体 278 が通路 225 を閉塞する。

- 20      この場合、ボディ 250 におけるボス部 292 の外周部に配設されている全開スプリング 294 には、該全開スプリング 294 の一端部がボディ 250 に係合し、かつ他端部がバルブシャフト 276 とともに回動する受け部材 290 に係合しているために捻られ、これにより弁体 278 を全開方向に付勢する弾発力が蓄勢されることになる。

- 25      以上のようにして、燃料電池用圧力調整装置 221 により通路 225 が遮断された状態において、エアーは、酸化剤供給部 204 によって圧縮された後、放熱部 220 によって所定温度に冷却され、カソード加湿部 222 で加湿されてエアー供給口 206 からカソードに供給される。一方、燃料供給部 212 から供給された水素は、圧力制御部 224 において、バイパス通路 232 から供給されるエ



アーによるパイロット圧により所定圧に調整された後、エゼクタ２２６を介してアノード加湿部２２８で加湿され、水素供給口２１４からアノードに供給される。この結果、燃料電池スタック２０２による発電が開始される。なお、カソードに供給されるエアの圧力は、燃料電池用圧力調整装置２２１を弁閉止状態とすることで上昇しているため、発電当初の発電反応が促進される。

次に、発電状態が安定した後、所望の目標発電電流に従って燃料電池用圧力調整装置２２１が開弁制御され、燃料電池スタック２０２に供給するエアの圧力が制御される。すなわち、ステッピングモータ２５８は、前述した場合と同様に付勢され、弁体２７８が目標発電電流に応じた所定角度に開弁する。

このように、本実施の形態においては、バルブシャフト２７６を回動付勢する駆動源としてステッピングモータ２５８を採用しているため、弁体２７８の開度を容易に調整することができる。この開度調整に伴って燃料電池スタック２０２のカソードに供給されるエアの流量・圧力が調整され、結局、該燃料電池スタック２０２の発電量を容易に制御することができる。

ここで、弁体２７８を全開位置とするには、ステッピングモータ２５８への通電を停止する。

すなわち、ステッピングモータ２５８が減勢されると、蓄勢された全開スプリング２９４の弾発力により、受け部材２９０および被動板３００を介してバルブシャフト２７６が弁体２７８を開弁する方向に回動する。このとき、被動板３００とともに駆動板２６８が回動する。

バルブシャフト２７６の回動によって弁体２７８が全開位置まで到達すると、駆動板２６８に形成された位置決め部２７２がストッパピン２７４に当接するため、駆動板２６８の回動が阻止される。

また、燃料電池スタック２０２による発電が停止された場合においても、燃料電池用圧力調整装置２２１は、弁体２７８を全開状態とし、エア排出口２１０から水を含むエアを外部に排出できる状態に設定される。

すなわち、本実施の形態によれば、燃料電池スタック２０２の運転中または運転停止時に弁体２７８を全開にする場合、ステッピングモータ２５８への通電を停止すればよい。換言すれば、弁体２７８を全開にする際、ステッピングモータ

258に通電する必要は特にない。このため、燃料電池システム200を運転させるために必要な計装電力を低減することができ、結局、燃料電池システム200を低電力で運転することができる。

5       このように、本実施の形態によれば、燃料電池スタック202のカソードから  
エアーを排気する場合、弁体278を駆動するステッピングモータ258を減勢  
状態（非通電状態）とし、全開スプリング294の弾発力のみによって通路22  
5の全開状態を維持することができる。したがって、通路225の全開状態を維  
持するために無駄な電力を消費することがない。

10       なお、上記したように、燃料電池スタック202のカソードにおいては、水素  
イオン、酸素および電子が電気化学的反応を起こすことによって $H_2O$ が生成す  
る。すなわち、通路225には、水ないし水蒸気を含んだ湿潤ガスが通過する。

15       しかしながら、上記したように、バルブシャフト276、ボルト277a、2  
77b、弁体278、およびベアリング280a、280bがステンレス鋼から  
なるので、これらの部材に錆が生じることが著しく抑制される。このため、バル  
ブシャフト276や弁体278が確実に動作するので、確実に閉止・開放する燃  
料電池用圧力調整装置221を構成することができる。

20       また、湿潤ガス中の水分が、例えば、弁体278に付着した後に凝縮して水が  
生成した場合であっても、この水は、弁体278とベアリング280a、280  
bとの間に介在されたシール部材282a、282bによって堰止される。すな  
わち、水がボディ250側や開度センサ286側に流入することはない。このた  
め、ステッピングモータ258や開度センサ286の各電気回路に水が混入する  
ことによって錆が発生したり、短絡が惹起されたりする等の不具合を回避するこ  
ともできる。

25       上記した実施の形態により本発明を例示的に説明したが、その開示内容に照ら  
し、当業者であれば、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能なこと  
は明らかであろう。

請求の範囲：

1. 燃料電池のカソードに供給された酸化剤を排気する排気ラインに配設され、  
排出される前記酸化剤の排出量を制御することで前記カソード内における前記酸  
5 化剤の圧力を調整する燃料電池用圧力調整装置であって、  
前記酸化剤が通過する開口部と、  
前記開口部を開放または閉止する弁体と、  
前記弁体が連結された回転軸を、前記開口部が開放する方向に回転付勢する弾  
性部材と、  
10 前記弾性部材による前記弁体の回転位置を規制し、前記開口部を全開状態に設  
定する規制部材と、  
通電された際、前記弾性部材の弾発力に抗して前記開口部が閉止する方向に前  
記弁体を回転するモータと、  
を備えることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。  
15
2. 請求項 1 記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記モータがブラシレ  
スモータであることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。
3. 請求項 1 記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記モータがステッピ  
20 ングモータであることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。
4. 請求項 1 記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記回転軸はベアリン  
グによって軸止され、かつ前記ベ어링と前記開口部との間には、シール部材  
が配設されていることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。  
25
5. 請求項 1 記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記弁体、前記回転軸、  
および／または前記ベ어링は、ステンレス鋼からなることを特徴とする燃料  
電池用圧力調整装置。

6. 請求項3記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記回転軸はベアリングによって軸止され、かつ前記ベアリングと前記開口部との間には、シール部材が配設されていることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。

5 7. 請求項3記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記弁体、前記回転軸、および／または前記ベアリングは、ステンレス鋼からなることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。

8. 請求項1記載の燃料電池用圧力調整装置において、当該燃料電池用圧力調整装置は、アノードとカソードとを有する燃料電池スタックを含む燃料電池システムに適用され、

当該燃料電池用圧力調整装置は、前記カソードに供給された酸化剤を排気する排気部に配設され、

15 前記カソードに供給する酸化剤の圧力を向上させる際、前記モータに通電が行われることによって、前記弁体が前記開口部を閉止する方向に変位するように制御されることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。

9. 請求項8記載の燃料電池用圧力調整装置において、前記燃料電池システムは、自動車を含む車両に搭載されることを特徴とする燃料電池用圧力調整装置。

## 要 約

ステッピングモータが減勢されると、蓄勢された全開スプリングの弾発力により、受け部材および被動板を介してバルブシャフトが弁体を開弁する方向に回転する。

- 5 このとき、被動板とともに駆動板が回転する。弁体が全開位置まで到達すると、駆動板に形成された位置決め部がストッパピンに当接することによって、駆動板の回転が阻止される。